

EVALUASI TEKNIS SISTEM DRAINASE DI KAWASAN KAMPUS UNIVERSITAS ISLAM “45” BEKASI

Jenal Jaelani¹⁾, Anita Setyowati Srie Gunarti²⁾, Elma Yulius³⁾
^{1,2,3)}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam “45” Bekasi
 E-mail: jenaljaelani@gmail.com

ABSTRAK

Banjir yang terjadi di Universitas Islam “45” (UNISMA) Bekasi disebabkan oleh sistem drainase kampus yang kurang baik dan curah hujan yang tinggi serta bentuk/ kontur tanah. Lingkungan kampus yang baik merupakan kebutuhan dasar bagi para mahasiswa, dosen dan pegawainya. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari solusi mencegah dan mengatasi banjir di UNISMA Bekasi.

Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi dan studi literatur dengan mengacu pada data primer dan data sekunder yang telah ada. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan Halim Perdana Kusuma yang di dapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah II Dinas PSDA Propinsi Jawa Barat. Analisis data yang dilakukan adalah frekuensi curah hujan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun dengan menggunakan metode distribusi Normal, *Log Normal*, *Log Pearson III* dan Distribusi Gumbel. Berdasarkan nilai-nilai tersebut didapat jenis sebaran yang memenuhi syarat setelah melalui pengujian Chi Kuadrat. Kemudian dilakukan penghitungan debit banjir maksimum periode ulang dan mencari jumlah kebutuhan pompa air periode ulang yang dibutuhkan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dipilih sebaran distribusi *Log Normal* untuk menentukan curah hujan periode ulang. Hasil analisis debit curah hujan menggunakan metode rasional di dapat debit periode ulang 2 tahun $0.2188 \text{ m}^3/\text{dt}$, 5 tahun $0.2893 \text{ m}^3/\text{dt}$, 10 tahun $0.3335 \text{ m}^3/\text{dt}$, 20 tahun $0.7378 \text{ m}^3/\text{dt}$, 50 tahun $0.4356 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan 100 tahun $0.4794 \text{ m}^3/\text{dt}$. Berdasarkan hasil analisis debit rencana periode ulang maka di dapat jumlah kebutuhan pompa untuk periode ulang 2 tahun 4 unit, 5 tahun 6 unit, 10 tahun 7 unit, 20 tahun 8 unit, 50 tahun 9 unit dan periode ulang 100 tahun 10 unit pompa dengan kapasitas angkut pompa $0,05 \text{ m}^3/\text{dt}$. Berdasarkan hasil penelitian ada 4 (empat) solusi mengatasi banjir di UNISMA, yaitu menambah pompa sesuai periode ulang, mengurug, membuat tanggul khusus, dan membuat saluran baru.

Kata kunci: banjir, saluran drainase, debit air hujan

1. Latar Belakang

Banjir besar yang terjadi di UNISMA yang pernah terjadi pada tanggal 15-17 Januari 2013 bukan hal mustahil terulang kembali apabila tidak ada tindakan yang serius untuk menanganinya. Lingkungan kampus yang baik merupakan kebutuhan dasar bagi para mahasiswa, dosen dan pegawainya. Oleh karena itu sudah sewajarnya kampus terencana dalam suatu sistem dan pola pengaturan yang tertata dengan baik. Maka berdasarkan uraian di atas sangat diperlukan sekali solusi yang tepat guna

penanggulangan banjir yang sering terjadi di UNISMA dari segi penataan sistem drainase kampus. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sumber-sumber penyebab banjir yang sering terjadi di UNISMA, mengevaluasi sistem saluran drainase yang ada di UNISMA, mengetahui jumlah pompa air yang dibutuhkan untuk mengalirkan air hujan dari kampus ke sungai, dan mencari *alternative/rekomendasi* penanganan dan pencegahan banjir di UNISMA.

2. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah dikemukakan, bahwa banjir besar yang terjadi di Universitas Islam “45 Bekasi bukan hal yang mustahil terulang kembali dan salah satu faktor penyebab banjir adalah sistem drainase yang kurang baik, curah hujan dan kontur muka tanah. Oleh karena itu fokus permasalahan penelitian ini adalah berapakah jumlah kebutuhan pompa air yang diperlukan untuk beberapa tahun ke depan dan solusi yang paling efektif untuk mengatasi dan mencegah banjir terjadi di UNISMA.

3. Batasan Penelitian

Untuk memfokuskan dan menghindari ruang lingkup yang terlalu luas sehingga penelitian dapat terarah dengan baik sesuai tujuan penelitian maka perlu adanya batasan penelitian. Batasan penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berlokasi di Universitas Islam “45” Bekasi.
2. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan Halim Perdana Kusuma pada tahun 1996 sampai tahun 2009 yang di dapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah II Dinas PSDA Propinsi Jawa Barat.
3. Penelitian ini menganalisis curah hujan periode ulang dan debit rencana periode ulang 2 tahun, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun.
4. Penelitian ini menghitung jumlah kebutuhan pompa air berdasarkan periode ulang.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian sangat tergantung pada judul penelitian. Berdasarkan rumusan masalah maka penelitian ini memiliki tujuan:

- a. Mengetahui sumber-sumber penyebab banjir yang sering terjadi di Universitas Islam “45” Bekasi.
- b. Mengevaluasi sistem saluran drainase yang ada di Universitas Islam “45” Bekasi.
- c. Mengetahui jumlah pompa air yang dibutuhkan untuk mengalirkan air hujan hujan dari kampus ke sungai.
- d. Mencari *alternative/rekomendasi* penanganan dan pencegahan banjir di Universitas Islam “45” Bekasi yang sering terjadi banjir.

5. Manfaat Penelitian

Sebuah penelitian harus memberikan hasil yang bermanfaat khususnya bagi peneliti sendiri. Adapun manfaat penelitian ini adalah:

- a. Secara umum, penelitian ini memiliki manfaat bagi instansi yang terkait guna memberikan solusi penanganan dan pencegahan banjir di UNISMA Bekasi.

- b. Sebagai masukan untuk pengembangan kajian ilmiah maupun studi lanjutan dalam upaya mencegah dan mengatasi banjir.

6. Studi Pustaka

A. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit (Suroso, 2006).

Banyaknya curah hujan dinyatakan dalam satuan millimeter, ada pula yang menggunakan satuan inci. Banyaknya curah hujan 1 mm menunjukkan banyaknya air hujan yang jatuh pada bidang permukaan bumi seluas 1 m² sebanyak 1 liter. Selain banyaknya curah hujan, informasi tentang hujan adalah intensitas (kelebatan) dan kepadatan hujan.

Adapun menghitung nilai I dari data hujan harian digunakan persamaan Mononobe dengan nilai t sama dengan Tc. Persamaan Mononobe dinyatakan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3}$$

Dimana :

I : Intensitas hujan (mm/jam)

Tc : Waktu konsentrasi (menit)

R24 : Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

B. Waktu Konsentrasi

Konsentrasi suatu daerah merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari daerah yang terjauh ke suatu pembuangan (*outlet*) tertentu, yang diasumsikan bahwa lamanya hujan sama dengan waktu konsentrasi pada semua bagian daerah pengaliran dimana air hujan berkumpul bersama-sama untuk mendapatkan suatu debit yang maksimum pada *outlet*.

Adapun rumus untuk menghitung waktu konsentrasi pengaliran adalah:

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

Dimana:

Tc : Waktu Konsentrasi (menit)

L : Panjang Saluran (m)

S : Kemiringan saluran

C. Frekuensi Curah Hujan

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan). Dalam Ilmu Statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini 4 (empat) jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

- a. Distribusi Normal.
- b. Distribusi *Log Normal*.
- c. Distribusi *Log Pearson III*.
- d. Distribusi *Gumbel*.

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss.

$$X_T = X + K_T \cdot S$$

Dimana:

X_T : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

X : Harga rata-rata data curah hujan.

S : Deviasi standar.

K_T : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada tabel Reduksi Gauss.

2. Distribusi Log Normal

Distribusi *Log Normal* data X diubah kedalam bentuk logaritmik $Y = \log X$. Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti Distribusi *Log Normal*. Untuk Distribusi *Log Normal* perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini:

$$Y_T = Y + K_T S \quad \text{atau} \quad K_T = \frac{Y + Y_T}{S} \quad (4)$$

Dimana:

Y_T : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahun.

Y : Harga rata-rata data curah hujan.

S : Deviasi standar.

K_T : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

3. Distribusi Log Pearson III

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode *Log Pearson III*, mempunyai langkah-langkah perumusan sebagai berikut :

1. Ubah data menjadi logaritmis:

$$X = \log X$$

2. Menghitung harga rata-rata:

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

3. Menghitung harga simpangan baku (deviasi standar):

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

4. Menghitung koefisien kemencengan (*skewness*)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

5. Meghitung logaritma curah hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Lg } X_T = \log \bar{X} + Ks$$

Dimana:

K : variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (G) Tabel 2.2

6. Hitung curah hujan rencana dengan periode ulang T dengan menghitung anti $\log X_T$.

$$X_T = \text{anti } \log X_T$$

4. Distribusi Gumbel

Metode distribusi Gumbel banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan yang mempunyai rumus:

$$X_T = X + S \cdot K$$

Dimana:

X_T : Perkiraan nilai yang diharapkan yang terjadi dengan periode ulang tahunan.

X : Harga rata-rata data curah hujan

S : Standar deviasi

K : Faktor frekuensi.

Faktor frekuensi K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n}$$

Dimana:

Y_n : *Reduced Mean* yang tergantung jumlah sample

S_n : *Reduced Standard Deviation* yang juga tergantung jumlah *sample*

Y_{tr} : *Reduced Variated*, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang

D. Debit Rencana

Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung dengan menggunakan sekat ukur, dan secara tidak langsung dapat dilakukan dengan mengukur luas saluran dan mengatur aliran air. Kecepatan aliran air dapat diukur dengan berbagai cara seperti menggunakan metode pelampung, current meter, atau dengan menggunakan persamaan. Untuk menduga dan mengetahui besarnya debit

puncak limpasan permukaan dapat digunakan metode rasional karena lebih sempurna, mudah dimengerti dan sering digunakan pada daerah yang luasan relatif kecil dan curah hujan yang dianggap seragam.

Metode rasional dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

Q : Debit puncak banjir (m³/detik)

C : Koefisien limpasan

I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A : Luas daerah (ha)

Sedangkan untuk menghitung besarnya debit yang bisa dialirkan oleh sebuah saluran menggunakan rumus:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$= A \cdot \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Dimana:

A : Luas penampang basah saluran (m²)

R : Jari-jari hidrolis = A/P (m)

P : Keliling basah (m)

S : Kemiringan dasar saluran.

n : Koefisien kekerasan Manning.

7. Metodologi

A. Pengumpulan Data

Data merupakan bagian yang terpenting dalam penelitian, tanpa ada data maka penelitian tidak bisa dilakukan. Berdasarkan cara mendapatkan data untuk penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survey langsung di lapangan. Peninjauan langsung di lapangan dilakukan dengan beberapa pengamatan dan identifikasi yang diperoleh baik dari lapangan maupun dari studi pustaka. Data sekunder adalah data tambahan yang dipergunakan dalam mengevaluasi sistem drainase yang sifatnya menunjang dan atau melengkapi data primer, seperti data curah hujan kota bekasi, harga koefisien limpasan, data kondisi daerah yang diperoleh dari lembaga terkait, dan data curah hujan bulanan dan harian maksimum tahun 1996 hingga 2009 yang di dapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah II Dinas Pemanfaatan Sumber Daya Alam (PSDA) Propinsi Jawa Barat.

B. Analisis Data

Analisis data merupakan kajian yang dilaksanakan terhadap sebuah data-data yang ada guna meneliti struktur bahasan tersebut secara mendalam. Hasil analisis data pada penelitian kemudian diolah menjadi sebuah informasi baru sehingga bisa ditarik sebuah kesimpulan.

- Analisis Frekuensi Curah Hujan
- Uji Kecocokan Distribusi Dengan Chi Kuadrat
- Analisis Waktu Konsentrasi
- Analisis Debit Rencana Banjir Periode Ulang

- e. Analisis Kapasitas Volume Tampung Saluran
- f. Analisis Kapasitas Debit Saluran
- g. Analisis Kebutuhan Pompa

C. Usulan Alternatif Mengatasi dan Pencegahan Banjir

Pada tahap ini akan menampung beberapa usulan-usulan dari beberapa orang mengenai solusi yang paling efektif mengatasi sekaligus mencegah banjir di UNISMA mengingat banjir besar yang pernah terjadi pada bulan Januari 2013 kemarin bukan hal yang mustahil terulang lagi. Oleh karena itu untuk mengantisipasi hal tersebut diperlukan rekomendasi solusi yang benar-benar efektif untuk mengatasi dan mencegah terjadi banjir

8. Hasil Dan Pembahasan

A. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis curah hujan adalah untuk memperoleh curah hujan pada periode ulang rencana. Berdasarkan data curah hujan harian maksimum dari tahun 1996-2009 didapat ranking curah hujan regional yang terdapat dalam Tabel 1 Curah Hujan Harian Max (mm/hari) Stasiun.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Max (mm/hari) Stasiun

No	Tahun	Curah Hujan Harian Max (mm/hari) Stasiun				
		Halim Perdana Kusumah	Bendung Bekasi	Cibongas	Kranji	Klapa Nunggal
1	1996	99	125	-	-	-
2	1997	165	78	-	-	-
3	1998	108	89	-	-	-
4	1999	120	80	-	-	-
5	2000	115	221	-	-	-
6	2001	97	65	-	-	-
7	2002	108	100	-	-	-
8	2003	99	75	-	45	65
9	2004	123	70	-	45	60
10	2005	157	115	-	82	97
11	2006	94	-	94	85	69
12	2007	259	-	84	80	133
13	2008	136	-	81	132	141
14	2009	140	-	159	77	210

Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah II Dinas PSDA Propinsi Jawa Barat.

1. Distribusi Normal

Menghitung X_T 2 Tahun.

X : 130 (Nilai Rata-rata Curah Hujan)
 S : 43.31 (Deviasi Standar Curah Hujan)
 K_T : 0 (Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss)

Jadi:

X_T 2 Tahun: $130 + 0 \cdot 43,31$

X_T 2 Tahun: 130

Tabel 2. Hasil Perhitungan Distribusi Normal

No	Periode Ulang	K_T	$X_T = X + K_T \cdot S$
1	2	0	130.00
2	5	0.84	166.38
3	10	1.28	185.43
4	20	1.64	201.02
5	50	2.05	218.78
6	100	2.33	230.90

2. Distribusi Log Normal

Menghitung X_T 2 Tahun.

Y : 130 (Nilai Rata-rata Curah Hujan)

S : 43,31 (Deviasi Standar Curah Hujan)

CV : 0.39 (Koefisien Variasi) maka didapat K_T -0,177

Jadi:

X_T 2 Tahun: $130 + (-0,177) \cdot 43,31$

X_T 2 Tahun: 122.33

Tabel 3. Hasil Perhitungan Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang	K_T	$X_T = X + K_T \cdot S$
1	2	-0.1770	122.33
2	5	0.7330	161.74
3	10	1.3037	186.46
4	20	1.8746	211.18
5	50	2.6212	243.51
6	100	3.1870	268.02

3. Distribusi *Log Pearson III*

Tabel 4. Perhitungan Distribusi *Log Pearson III*

No	x	log x	Rata-rata	log x - Rata-rata	(log x - Rata- rata) ²	(log x - Rata- rata) ³
1	99	2.00	2.10	-0.10	0.0102	0.0000
2	165	2.22	2.10	0.12	0.0138	0.0000
3	108	2.03	2.10	-0.07	0.0044	0.0000
4	120	2.08	2.10	-0.02	0.0004	0.0000
5	115	2.06	2.10	-0.04	0.0015	0.0000
6	97	1.99	2.10	-0.11	0.0128	0.0000
7	108	2.03	2.10	-0.07	0.0044	0.0000
8	99	2.00	2.10	-0.10	0.0109	0.0000
9	123	2.09	2.10	-0.01	0.0001	0.0000
10	157	2.20	2.10	0.10	0.0092	0.0000
11	94	1.97	2.10	-0.13	0.0161	0.0000
12	259	2.41	2.10	0.31	0.0982	0.0009
13	136	2.13	2.10	0.03	0.0011	0.0000
14	140	2.15	2.10	0.05	0.0021	0.0000
Jumlah		29.35			0.1854	0.0010
Y (nilai logaritma dari log X (rata-rata))						2.10
Deviasi Standar (S)						0.12
Koefisien <i>Skewness</i> (Cs)						0.00

Tabel 5. Hasil Perhitungan Distribusi *Log Pearson III*

No	Periode Ulang (tahun)	Y	s log x	Cs	k	y=log x + k . S log x	X ^T = 10 ^y
1	2	2.10	0.12	0.00	0.000	2.09673	124.95
2	5	2.10	0.12	0.00	0.842	2.19741	157.55
3	10	2.10	0.12	0.00	1.282	2.25003	177.84
4	20	2.10	0.12	0.00	1.550	2.28208	191.46
5	50	2.10	0.12	0.00	2.051	2.34199	219.78
6	100	2.10	0.12	0.00	2.326	2.37488	237.07

4. Ditribusi Gumbel

Tabel 6. Perhitugan Hujan Distribusi Gumbel

No	Return Periode (th)	$K=(Y_{tr} - Y_n)/S_n$	$X_T = X + S \cdot K$
1	2	-0.14	123.79
2	5	0.99	172.87
3	10	1.74	205.36
4	20	2.45	236.12
5	50	3.39	276.89
6	100	4.09	307.12

Tabel 7. Kombinasi Hasil Perhitungan Periode Ulang

No	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan			
		Normal	Log Normal	Pearson T III	Gumbel
1	2	130.00	122.33	124.95	123.79
2	5	166.38	161.74	157.55	172.87
3	10	185.43	186.46	177.84	205.36
4	20	201.02	211.18	191.46	236.12
5	50	218.78	243.51	219.78	276.89
6	100	230.90	268.02	237.07	307.12

B. Pemilihan Jenis Distribusi

Dalam menentukan jenis distribusi ada beberapa syarat dalam pemilihan yang harus terpenuhi. Tabel 8 menunjukkan beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan suatu metode distribusi. Dari tabel tersebut ditunjukkan beberapa nilai C_s dan C_k yang menjadi persyaratan dari penggunaan tiga jenis metode distribusi.

Tabel 8. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan
1	Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = -0,66$
		$C_k \approx 3$	$C_k = 1,46$
2	Log Normal	$C_s = 0,6927$	$C_s = -0.16$
		$C_k = 0$	$C_k = 1.28$
3	Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = -1,11$
		$C_k = 3,001$	$C_k = 1.54$
4	Gumbel	$C_s \leq 1,14$	$C_s = -0.17$
		$C_k \leq 5,4$	$C_k = 1.28$

Berdasarkan perbandingan hasil perhitungan dan syarat di atas, maka dapat dipilih jenis distribusi yang mendekati syarat, yaitu Distribusi Log Normal dengan nilai $C_s = -0,16$ dan nilai $C_k = 1,28$.

C. Uji Kecocokan Distribusi Dengan Chi Kuadrat

Pengujian kecocokan sebaran berfungsi untuk menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan *duration curve* cocok dengan sebaran empirisnya.

Perhitungan Chi Kuadrat:

$$\begin{aligned} 1. \text{ Jumlah Kelas (k)} &= 1 + 3,322 \log n \\ &= 1 + 3,322 \log 14 \\ &= 4,807 \approx 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Derajat Kebebasan (dk)} &= k - R - 1 \\ &= 5 - 1 - 1 = 3 \end{aligned}$$

Untuk $dk = 3$, signifikan (α) = 1 %, maka dari tabel uji Chi Kuadrat didapat harga $X^2 = 11,35$.

$$3. \text{ Ef} = n / k$$

$$= 14/5 = 2,8$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Dx} &= (X_{\max} - X_{\min}) / (k - 1) \\ &= (259 - 94) / (5 - 1) = 41,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ Xawal} &= X_{\min} - (0,5 \times Dx) \\ &= 94 - (0,5 \times 41,25) \\ &= 73,375 \end{aligned}$$

Tabel 9. Perhitungan Uji Chi Kuadrat

No	Nilai Batasan	Of	Ef	$(Of - Ef)^2$	$(Of - Ef)^2 / Ef$
1	$73,375 \leq X \leq 114,625$	6	2.8	10.24	3.66
2	$114,625 \leq X \leq 155,875$	5	2.8	4.84	1.73
3	$155,875 \leq X \leq 179,125$	2	2.8	0.64	0.23
4	$179,125 \leq X \leq 238,375$	0	2.8	7.84	2.80
5	$238,375 \leq X \leq 279,625$	1	2.8	3.24	1.16
Jumlah		14			9.57

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapat nilai X^2 sebesar 9,57 yang kurang dari nilai X^2 pada tabel uji Chi Kuadrat yang besarnya adalah 11,35 maka dari pengujian kecocokan penyebaran dapat diterima.

D. Waktu Konsentrasi

Menghitung T_c Saluran No 1.

$L : 42 \text{ m}$

$S : 0,0015$

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{42}{\sqrt{0,0015}} \right)^{0,77} = 4,24$$

Tabel 10. Hasil Perhitungan Waktu Konsentrasi

No	Saluran No.	L (m)	S	Tc (menit)
1	1	42,00	0,0015	4,24
2	2	109,50	0,0064	5,07
3	3	109,00	0,00458	5,75
4	4	116,30	0,0013	9,81
5	5	66,30	0,0013	6,36
7	7	50,00	0,0016	4,73
8	8	127,40	0,00079	12,75
9	9	59,90	0,00179	5,20
Jumlah		680,40		53,91

E. Analisa Debit Rencana Banjir Periode Ulang

Menentukan I Periode Ulang 2 Tahun

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3}$$

Dimana:

Tc : 53,91 menit

R24: 122,33 mm

Jadi:

$$I = \frac{122,33}{24} \cdot \left(\frac{24}{53,91} \right)^{2/3} = 46,00 \text{ mm/jam}$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Intensitas (mm/jam)

No	Periode Ulang (tahun)	Curah Hujan	I (mm/jam)
1	2	122.33	46.00
2	5	161.74	60.82
3	10	186.46	70.11
4	20	211.18	79.40
5	50	243.51	91.56
6	100	268.02	100.77

Menghitung debit rencana periode ulang 2 Tahun:

C : 0,4 (Tabel Koefisien Limpasan)

I : 46,00 mm/jam

A : $42782,5 \text{ m}^2 = 4,27825 \text{ ha}$

Jadi:

$Q = 0,00278 \cdot 0,4 \cdot 46 \cdot 4,27825$

$Q = 0.2188 \text{ m}^3/\text{dt}$

Tabel 12. Hasil Perhitungan Debit Rencana

No	Periode Ulang (tahun)	C	I (mm/jam)	A (ha)	Q (m ³ /dt)
1	2	0.4	46.00	4.2783	0.2188
2	5	0.4	60.82	4.2783	0.2893
3	10	0.4	70.11	4.2783	0.3335
4	20	0.4	79.40	4.2783	0.3778
5	50	0.4	91.56	4.2783	0.4356
6	100	0.4	100.77	4.2783	0.4794

F. Analisis Kebutuhan Pompa

Diketahui bahwa pompa yang ada berjumlah 1 (satu) unit pompa air yang berkapasitas angkut 50 liter/dt atau setara dengan $0.05 \text{ m}^3/\text{dt}$. Untuk menghitung jumlah pompa yang dibutuhkan digunakan rumus sederhana, yaitu:

Jumlah pompa = $\frac{\text{Debit rencana (m}^3/\text{dt)}}{\text{Kapasitas Pompa (m}^3/\text{dt)}}$

Menghitung pompa air periode ulang 2 (tahun)

Pompa (unit) = $0.2188/0.05$

Pompa (unit) = $4.38 \approx 4$ unit

Tabel 13. Hasil Perhitungan Kebutuhan Pompa

No	Periode Ulang (tahun)	Q (m ³ /dt)	Debit Pompa (m ³ /dt)	Jumlah Pompa (unit)]
1	2	0.2188	0,05	$4.38 \approx 4$
2	5	0.2893	0,05	$5.79 \approx 6$
3	10	0.3335	0,05	$6.67 \approx 7$
4	20	0.3778	0,05	$7.56 \approx 8$
5	50	0.4356	0,05	$8.71 \approx 9$
6	100	0.4794	0,05	$9.59 \approx 10$

G. Usulan Alternatif Mencegah Banjir

Banjir besar yang terjadi pada tanggal 15-17 Januari 2013 bukan hal yang mustahil terulang kembali dan bukan hal yang mustahil juga akan terulang kembali dengan banjir yang lebih besar lagi. Ada beberapa poin usulan yang ditawarkan untuk mengatasi dan pencegahan banjir di UNISMA selain dari penambahan pompa, yaitu:

1. Mengurug
Mengurug kampus merupakan solusi yang paling efektif mengatasi dan mencegah banjir di UNISMA. Pengurugan yang perlu dilakukan adalah mengurug dengan ketinggian 50 cm dari tanggul sungai Rawa Lumbu. Hal ini perlu dilakukan agar air hujan yang turun dapat mengalir ke sungai tanpa harus menggunakan pompa air. Dalam hal ini, mengurug kampus merupakan pengurugan yang berskala besar dan tentunya memerlukan biaya yang cukup tinggi akan tetapi usulan ini merupakan solusi yang paling efektif mengatasi dan mencegah banjir di UNISMA.
2. Membuat Tanggul Khusus
Bila melihat peristiwa banjir yang terjadi pada bulan Januari 2013 yang disebabkan tembok pembatas kampus jebol karena tidak kuat menahan tekanan air yang kuat sehingga air dengan mudah masuk ke area kampus. Oleh karena itu untuk mencegah terjadi lagi maka perlu membuat sebuah tanggul khusus untuk menahan air agar tidak masuk ke lingkungan kampus. Dalam pembuatan tanggul khusus ini juga memerlukan pompa air untuk mengeluarkan dan mengalirkan air ke sungai.
3. Membuat Saluran Air Baru
Usulan ini muncul berdasarkan hasil pengamatan di lapangan bahwa jaringan aliran air menglir pada satu titik yaitu di saluran No. 5 atau saluran yang berada di depan Fakultas Agama Islam sehingga air tidak bisa menglir dengan cepat. Oleh karena itu saat hujan turun, air yang berada di saluran air No 1, 2, 3, 4, 6, 7, dan saluran No. 8 mengalir menuju saluran No 5 sehingga tidak heran kalau di samping kanan dan depan Fakultas Teknik selalu terjadi banjir. Untuk mengatasi hal itu maka perlu penambahan saluran agar air yang berada di saluran bisa mengalir dengan lancar ke kolam penampungan dan selanjutnya ke sungai.

9. Kesimpulan Dan Saran

A. Kesimpulan

- 1) Melimpahnya air hujan (banjir) di Kampus Universitas Islam “45” Bekasi disebabkan oleh beberapa hal, yaitu:
 1. Kurangnya jumlah pompa air.
 2. Rute saluran air yang tidak sesuai.
 3. Kondisi kampus yang lebih rendah dari sungai.
 4. Kondisi saluran yang kurang terawat.
 5. Tidak adanya tanggul khusus penahan air.
- 2) Berdasarkan hasil analisis data, maka di dapat jumlah kebutuhan pompa air rencana periode ulang sebagai berikut:
 1. Debit periode ulang 2 tahun sebesar $0,2188 \text{ m}^3/\text{dt}$: 4 unit
 2. Debit periode ulang 5 tahun sebesar $0,2893 \text{ m}^3/\text{dt}$: 6 unit
 3. Debit periode ulang 10 tahun sebesar $0,3335 \text{ m}^3/\text{dt}$: 7 unit.
 4. Debit periode ulang 20 tahun sebesar $0,3778 \text{ m}^3/\text{dt}$: 8 unit.

5. Debit periode ulang 50 tahun sebesar 0,4356 m³/dt: 9 unit.
6. Debit periode ulang 100 tahun sebesar 0,4794 m³/: 10 unit.
- 3) Berdasarkan hasil penelitian ini ada 4 (empat) macam solusi mengatasi dan mencegah banjir di Universitas Islam “45” Bekasi, yaitu:
 1. Melakukan penambahan pompa sesuai periode ulang.
 2. Melakukan pengurangan yang berskala besar dan tanpa harus menambah pompa.
 3. Membuat tanggul khusus penahan air dan penambahan pompa.
 4. Membuat saluran air baru dan menambah pompa.
 5. Tidak ada perbaikan dimensi saluran yang ada, tapi yang diperlukan adalah perawatan saluran dengan baik.

B. Saran

Dalam penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran terkait masalah penanganan banjir di UNISMA, yaitu:

- a. Menjaga dan memelihara saluran drainase yang ada dan tidak mengalami pelimpahan air atau tidak banjir dengan cara merawat saluran drainase dari sedimentasi yang berlebihan untuk dikeruk dan serta sampah yang ada untuk dibuang pada tempatnya.
- b. Perlunya ada sistem otomatis agar pompa air bisa langsung bekerja saat mulai terjadi genangan air hujan di area kampus agar lebih mempermudah pengoperasiannya.
- c. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai evaluasi teknis sistem drainase di kampus UNISMA yang lebih baik lagi dengan data-data yang lebih akurat dan terbaru.
- d. Hasil penelitian ini diharapkan bisa di realisasikan oleh pengelola kampus sebagai solusi dalam upaya mengatasi dan mencegah banjir di UNISMA.

Daftar Pustaka

- Asdak, Chay, 2007, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hindarko, 2007, *Drainase Kawasan Daerah Juga Mencegah Erosi Man Tanah Longsor*, Penerbit ESHA, Jakarta.
- Icha, 2011, “Curah Hujan, Pengertian Hujan dan Jenis-Jenis Hujan”.
<http://blog-pengetahuan-umum.blogspot.com/2011/11/curah-hujan-pengertian-hujan-dan-jenis.html> (diakses tanggal 27 Februari 2013)
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Metode Statistik Untuk Analisa Data, Jilid I*, Penerbit NOVA, Bandung.
- Suripin, 2004, *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Penerbit ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Sosrodarsono, suyono, 1997, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Penerbit PT Pradnya Paramita Takeda, Jakarta.
- Teknik Sipil Unikom, 2012, “Sistem Drainase”.
<http://tsipilunikom.wordpress.com/?s=sistem+drainase&search=Lanjut> (diakses tanggal 27 Februari 2013)
- Wilson, 1993, *Hidrologi Teknik*, Penerbit ITB, Bandung.